

Н.В. Богдановська, М.В.Маліков

## Особливості функціонального стану судинного ендотелію при систематичних фізичних навантаженнях

*В статті приведені експериментальні результати щодо особливостей функціонального стану судинного ендотелію у дівчаток від 18 до 22 років з різним режимом фізичної активності. Показано, що систематичні заняття спортом (волейбол) призводять до збільшення вазодилататорного ефекту ендотелію та ендотеліюзалежних фізіологічних показників.*

### ВСТУП

Вивчення впливу систематичних занять спортом на функціональний стан організму осіб різної статі, віку, спортивної спеціалізації та кваліфікації має важливе значення як для оперативної корекції навчально-тренувального процесу, так і для ефективного функціонування системи медико-біологічного контролю за станом здоров'я осіб, які займаються спортом. Ціла низка досліджень показує основні морфофункціональні зміни, що виникають в організмі під впливом систематичних фізичних навантажень різного обсягу та інтенсивності [1, 2, 5]. Разом з тим слід відзначити, що в більшості проведених за цією темою експериментальних робіт досліджувалися в основному системні реакції організму на м'язову роботу без детального вивчення найтонших фізіологічних механізмів її адаптивного забезпечення. Останніми роками увагу багатьох дослідників привертає вивчення регуляторної функції судинного ендотелію, що є об'єктивним фізіологічним індикатором поточного функціонального стану організму [3, 4]. Проте більшість експериментальних обстежень у цьому напрямку проведено на особах з тією або іншою формою патології.

© Н.В. Богдановська, М.В.Маліков

Враховуючи важливість функціонального стану ендотелію й для адаптації спортсменів до фізичних навантажень, метою нашого дослідження було порівняння змін ступеня реактивної гіперемії, яка залежить від функціонального стану ендотелію під впливом систематичних занять спортом.

### МЕТОДИКА

Обстежено 29 дівчат віком від 18 до 22 років, яких поділили на 2 групи: контрольну склали 15 дівчат, котрі не займаються спортом (нетреновані) та експериментальну, до якої увійшли 14 дівчат, що систематично виконують значні фізичні навантаження у Вищій лізі з волейболу (треновані). У всіх обстежених досліджували функції ендотелію за допомогою методу ультразвукової доплерографії [8, 9] з визначенням діаметра плечової артерії (у сантиметрах), а також лінійної й об'ємної швидкості кровотоку. Ці показники визначали в стані відносного спокою, а також після штучної реактивної гіперемії [6, 7]. Останню відтворювали після оклюзії судин в ділянці верхньої третини плеча. Для цього на плече досліджуваної руки накладали

пневматичну манжету, в якій створювали тиск на 20 мм рт.ст. більший за системний артеріальний. Тривалість оклюзії становила 5 хв. Швидкість кровотоку при реактивній гіперемії реєстрували безперервно аж до повного його повернення до початкових значень. Характеристику реакції визначали за приростом швидкості кровотоку та часом його відновлення після зняття оклюзії.

Результати досліджень опрацьовували статистично за програмою Microsoft Excel із знаходженням середнього арифметичного та стандартної помилки середнього ( $M \pm m$ ), а також довірчого інтервалу, який використовували при оцінці різниць за допомогою критерію  $t$  Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відтворення реактивної гіперемії при проведенні нашого дослідження дало змогу проаналізувати та порівняти результати, одержані при обстеженні нетренованих і тренуваних дівчат. Відомо, що адаптація до систематичних фізичних навантажень передбачає поліпшення кровопостачання тканин і доставку кисню в достатньому обсязі. Для цього потрібне розширення судин м'язів, що працюють (тканин, які виконують навантаження значного обсягу).

В забезпеченні дилататорних реакцій значна роль відводиться ендотелію, від функціонального стану якого і залежить здатність судин до розширення та підвищення кровотоку. Свою участь у дилатації судин ендотелій здійснює завдяки синтезу та виділенню ендотеліальними клітинами, у відповідь на гуморальний вплив, оксиду азоту, який через активацію гуанілатциклази з наступним утворенням циклічного гуанідинмонофосфату (цГМФ) впливає на гладенькі м'язи судин [10].

Враховуючи, що розвиток фундаментальної судинної реакції–реактивної гіперемії забезпечується через ендотелій, вона й була використана для оцінки його функціонального стану. Як видно з результатів, представлених у таблиці, для тренуваних дівчат були характерні статистично більші значення ендотелійзалежних показників на всіх етапах обстеження порівняно з нетренованими.

Слід відмітити, що навіть у стані відносного спокою у тренуваних дівчат реєстрували достовірно більші значення діаметра плечової артерії ( $0,403 \pm 0,005$  і  $0,386 \text{ см} \pm 0,003 \text{ см}$  відповідно), лінійної ( $22,81 \pm 0,38$  і  $20,79 \text{ см/с} \pm 0,34 \text{ см/с}$ ) та об'ємної ( $2,92 \pm 0,09$  і  $2,43 \text{ см}^3/\text{с} \pm 0,05 \text{ см}^3/\text{с}$  відповідно) швидкості кровотоку. Отримані

Показники кровотоку в плечовій артерії нетренованих і тренуваних дівчат у стані спокою та після проведення реактивної гіперемії ( $M \pm m$ )

Показники	Нетреновані дівчата	Треновані дівчата
Діаметр плечової артерії, см		
початковий	$0,386 \pm 0,003$	$0,403 \pm 0,005^{**}$
після гіперемії	$0,425 \pm 0,004$	$0,460 \pm 0,005^{***}$
Відносний приріст діаметра плечової артерії, %	$10,18 \pm 0,55$	$14,20 \pm 1,14^{**}$
Лінійна швидкість кровотоку, см/с		
початкова	$20,79 \pm 0,34$	$22,81 \pm 0,38^{***}$
після гіперемії	$38,91 \pm 0,45$	$44,89 \pm 0,61^{***}$
Відносний приріст лінійної швидкості кровотоку, %	$87,52 \pm 2,57$	$97,36 \pm 3,80^*$
Об'ємна швидкість кровотоку, $\text{см}^3/\text{с}$		
початкова	$2,43 \pm 0,05$	$2,92 \pm 0,09^{***}$
після гіперемії	$5,53 \pm 0,14$	$7,48 \pm 0,22^{***}$
Відносний приріст об'ємної швидкості кровотоку, %	$127,87 \pm 4,55$	$157,34 \pm 5,92^{***}$

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$  в порівнянні зі значеннями показників, зареєстрованих серед нетренованих дівчат.

результати свідчать про те, що систематичні заняття спортом сприяють збільшенню вазодилатаційного ефекту судинного ендотелію. Це переконливо підтверджує аналіз результатів, одержаних після проведення реактивної гіперемії серед дівчат обох груп. Для тренуваних дівчат були характерні не лише достовірно більш високі порівняно з представницями нетренованої групи значення діаметра плечової артерії, лінійної та об'ємної швидкості кровотоку на піку гіперемії, але і статистично більш виражені значення відносного приросту вказаних показників. Так, зміни діаметра плечової артерії були  $14,20 \pm 1,14$  порівняно  $10,18 \% \pm 0,55 \%$  у контролі, лінійної швидкості кровотоку  $97,36 \pm 3,80$  і  $87,52 \% \pm 2,57 \%$ , а об'ємної швидкості кровотоку  $157,34 \pm 5,92$  і  $127,87 \% \pm 4,55 \%$  відповідно. Очевидно, що регулювальна вазодилататорна функція судинного ендотелію була більше виражена у дівчат, що систематично тренувалися.

У цілому, одержані матеріали дали змогу констатувати, що процес адаптації організму до систематичних фізичних навантажень супроводжується істотними позитивними змінами функціонального стану судинного ендотелію, що може бути об'єктивним індикатором загального стану організму на різних стадіях його розвитку.

## ВИСНОВКИ

1. У стані відносного спокою у дівчат віком від 18 до 22 років, що систематично займаються спортом, реєстрували достовірно більш високі, ніж у їх нетренованих одноліток, значення діаметра плечової артерії, лінійної та об'ємної швидкості кровотоку, а також більш виражені значення відносного приросту вказаних показників.

2. Результати свідчать про істотний позитивний вплив систематичних фізичних навантажень на функціональний стан ендотелію судин дівчат віком від 18 до 22 років.

**N.V. Bogdanovskaya, N.V. Malikov**

## FUNCTIONAL STATE OF VASCULAR ENDOTELIUM AT THE SYSTEMATIC PHYSICAL LOADINGS

Experimental data regarding the features of the functional state of vascular endothelium in girls of 18-20 years old with a different level of physical activity are presented in the article. It is shown that systematic physical exercises (volley-ball game) cause substantial positive changes in endothelium-dependent physiological indexes.

*Zhaporozhye National University*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ванюшин Ю.С., Ситдиков Ф.Г. Адаптация сердечной деятельности и состояние газообмена у спортсменов к физической нагрузке // Физиология человека. – 1997. – 23, № 4. – С. 69–73.
2. Дибнер Р.Д., Бородинский М.М. Новый подход к оценке функциональной готовности спортсменов (исследование морфологии, функции сердца и активности симпатико-адреналовой системы) // Вестн. спорт. медицины России. – 1999. – № 1(22). – С. 8–12.
3. Малая Л.Т., Корж А.Н., Балковая Л.Б. Эндотелиальная дисфункция при патологии сердечно-сосудистой системы. – Харьков: Торсинг, 2000. – 427 с.
4. Марцинкевич Г.И., Ким В.Н. Эндотелийзависимые вазомоторные реакции и их неинвазивная оценка с использованием функциональных проб у лиц с факторами риска атеросклероза // Кардиология, 2000. – №12. – С.56–58.
5. Павлов С.Е. Основы теории адаптации и спортивная тренировка // Теория и практика физ. культуры. – 1999. – № 1. – С. 12–17.
6. Сагач В.Ф., Долман Л.Б., Парпалей І.О. Вивчення реактивної гіперемії при вібраційній хворобі // Фізіол. журн. – 1994. – 40, №5–6. – С. 110–113.
7. Сагач В.Ф., Ткаченко М.Н. Роль эндотелия в развитии реактивной гиперемии // Бюл. эксперим. биологии и медицины. – 1989. – 108, №10. – С. 421–423.
8. Celermajer D.S., Sorensen K.E., Cooch V.M. et al. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at a risk of atherosclerosis // Lancet. – 1992. – 340. – P. 1111–1115.
9. Liyama K., Nagano M., Yo Y. et al. Impaired endothelial function with essential hypertension assessed by ultrasonography // Amer. Heart J. – 1996. – 132. – P. 779–782.
10. Hashimoto M., Miyamoto Y., Matsuda Y., Akita H. New methods to evaluate endothelial function: Non-invasive method of evaluating endothelial function in humans // J. Pharmacol. Sci. – 2003. – 93. – P. 405–08.

*Запорізьк. нац. ун-т  
Nvmalikov@mail.ru*

*Матеріал надійшов до  
редакції 14.12.2007*